

PROTECCION ANTI UV PROPORCIONADA POR TEJIDOS: MONTAJE DEL LABORATORIO Y PRIMEROS ENSAYOS¹

H. Suárez, D. Hoyos, V. Broglia, C. Cadena²
INENCO
Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177 - 4400 Salta, Argentina
FAX 54-387-4255489, e-mail : suarezh@unsa.edu.ar

RESUMEN: Se está implementando un laboratorio para medir y comparar el Factor de Protección a la radiación Ultravioleta (UPF) de distintos tipos de tejidos (y otros materiales) que son utilizados como prendas de verano. Los tejidos ensayados se han fabricado a partir de fibras natural, artificial y sintética. Se estudió la relación entre el UPF y la porosidad de los tejidos; para lo cual se desarrolló un método por análisis de imagen que determina el factor de cobertura de los tejidos. Los resultados muestran una correlación entre el UPF y la porosidad de los tejidos cuando cada tipo de fibra se analiza separadamente. Además se muestra una correspondencia entre el UPF y el color del tejido. El laboratorio implementado mostró una buena performance y será útil en el estudio de la protección que ofrecen distintos materiales contra la Radiación Ultravioleta (UVR).

Palabras clave: radiación UV, UPF textil, porosidad, laboratorio.

INTRODUCCION

La componente ultravioleta de la radiación solar (UVR), beneficiosa en pequeñas dosis, puede ser muy nociva por su efecto acumulativo sobre la piel (Rollano, 2003). Generalmente se piensa en la protección de la piel no cubierta, pero hay que tener en cuenta también la protección proporcionada por los tejidos, en particular en prendas ligeras.

La UVR tiene dos efectos beneficiosos sobre nuestra piel: contribuye a la síntesis de vitamina D3 y al mantenimiento de la habilidad de la piel para soportar exposiciones repetidas a la UVR (por ejemplo, mediante el aumento del grosor de la piel). La mayoría de los efectos fotobiológicos (quemadura solar, inmunosupresión local y sistemática, envejecimiento de la piel, cáncer de piel, etc.) se atribuyen a la UVR y más particularmente a la radiación UVB (290-320 nm). La radiación UVA (320-400 nm) también juega un importante papel en la inducción del eritema mediante generación de especies reactivas de oxígeno que dañan el ADN y las membranas celulares, y promueven carcinogénesis y los cambios asociados con el fotoenvejecimiento (Correa, 2003).

Mediante la determinación de la transmitancia de radiación ultravioleta, se estudia la influencia de las variables más significativas de las que depende el factor de protección ultravioleta (UPF) de los tejidos. La estructura del tejido (peso por unidad de superficie, cobertura y espesor), su compacidad, parámetros de fabricación (título del hilo de urdimbre, título del hilo de trama y densidad de pasadas), el tipo de fibra, las condiciones de uso de las prendas (tensión, humedad), la coloración, tienen una importante influencia sobre el bloqueo de la radiación UV (Algaba, 2004).

Las prendas de vestir proporcionan cierta protección contra la UVR dañina. Sin embargo, muchas de las prendas ligeras usadas en verano no proporcionan una protección suficiente para personas que pasan mucho tiempo al sol. Un modelo que permita predecir las propiedades de bloqueo de UVR de un tejido basándose en su tipo de fibra y porosidad puede ser de utilidad para la industria textil.

El Factor de Protección Ultravioleta (UPF) de un tejido es una medida cuantitativa de la efectividad del tejido para proteger la piel humana contra la radiación ultravioleta. El UPF se define como la razón entre la radiación UV media transmitida a través del aire y la radiación UV media transmitida a través del tejido. Se calcula mediante la fórmula (Algaba, 2004):

$$UPF_i = (\sum E_{\lambda} S_{\lambda} \Delta\lambda) / (\sum e_{\lambda} S_{\lambda} T_{\lambda} \Delta\lambda) \quad (1)$$

¹ Parcialmente financiado por CIUNSA

² CONICET

Σ : Suma para $290\text{nm} < \lambda < 400\text{ nm}$

E_λ : Espectro eritémico relativo de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación)

S_λ : Irradiancia espectral solar.

T_λ : Transmitancia Espectral del tejido.

$\Delta\lambda$: Intervalo de longitudes de onda en nm.

El UPF de un tejido puede variar significativamente en función de los parámetros de fabricación del mismo, las fibras que componen el tejido, los aditivos que las fibras contienen, las características estructurales del tejido (ligamento, densidad de hilos, factor de cobertura, etc.), el color y la intensidad de tintura, la presencia de blanqueadores ópticos, pigmentos o productos de acabado, especialmente absorbentes de UV, las condiciones de lavado de las prendas, etc.

Cuando el objetivo es el etiquetado, las prendas protectoras deben ser clasificadas de acuerdo con su índice UPF, según se muestra en la Tabla 1. El índice UPF siempre será múltiplo de 5. Para su cálculo, se parte del UPF de la muestra y se toma el múltiplo de 5 inmediatamente inferior.

| Rango UPF | Categoría de protección UVR | Transmisión UVR efectiva (%) | Índice UPF |
|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 15-24 | Buena protección | 6,7 a 4,2 | 15, 20 |
| 25-29 | Muy buena protección | 4,1 a 2,6 | 25, 30, 35 |
| 40-50, 50+ | Excelente protección | $\leq 2,5$ | 40, 45, 50, 50+ |

Tabla1: Sistema de clasificación del UPF, AS/NZ 4399: 1996 y ASTM D6603-2000

El UPF de los tejidos incluidos en este estudio se ha determinado *in vitro* utilizando medidores de Radiación Ultravioleta en el rango UVA y UVB, y de acuerdo con la norma Standard Australia/Standard New Zealand (AS/NZS) 4399 (1996) y la norma Annual Book of ASTM Standards D6603 (2000).

PROCESO EXPERIMENTAL: EL LABORATORIO

La cámara “in vitro”

Se utilizó como fuente de radiación UV la “Lámpara Solar Ultrasol, MLU” de 300 W, que combina un filamento de tungsteno con un tubo de descarga de vapor de mercurio, utilizadas normalmente para bronceado de la piel. Esta lámpara emite radiaciones que abarcan el infrarrojo, el visible y parte del ultravioleta por encima de los 280 nm. En un plano ubicado a 50 cm. de distancia emite en el UV-B 8.8 W/m²; en el UV-A 17 W/m², y en el UV-C 0.1 W/m², según datos del fabricante (Catálogo Phillips, 1993). El resto, o sea la mayor parte, es visible e infrarrojo. La Figura 1 muestra el equipo montado en el laboratorio para medir la radiación UV-B y UV-A, a una distancia de 50 cm. de la lámpara.

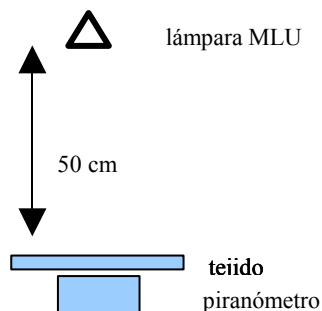


Figura 1: Esquema de operación de la “cámara in vitro”

Se tuvo que incorporar a la cámara, un ventilador para disminuir la temperatura en el plano del sensor, puesto que la elevada potencia de la lámpara la incrementaría y no se producirían medidas adecuadas.

Los medidores UVB y UVA

Para los propósitos de medir la radiación UVA y UVB, de los instrumentos para la medida de radiación solar existentes, elegimos Radiómetros de banda ancha como el MS-140 y MS-210 de EKO. En general, la utilidad de los instrumentos de banda ancha en estudios de Irradiancia solar se debe a su menor precio ya que no necesitan una óptica que resuelva espectralmente la radiación solar. La limitación que presentan es debido a la integración de todo el espectro, siendo el resultado un único número, con la consiguiente pérdida de información. A los fines de este trabajo estos instrumentos son adecuados.

El valor medido por un piranómetro se denomina irradiancia efectiva. Si denominamos $I(\lambda)$ a la irradiancia para una longitud de onda dada y $C(\lambda)$ a la transmitancia o respuesta espectral, la integración en longitud de onda en todo el rango espectral del instrumento del producto $I(\lambda)C(\lambda)$, nos proporcionará la irradiancia efectiva.

$$I_{efec} = \int I(\lambda)C(\lambda)d\lambda \quad (2)$$

donde \int se evalúa entre la longitudes de onda inicial, λ_i , y final, λ_f , del rango espectral considerado.

El UVB Model MS-210 W/D de EKO Instrument Trading Co. LTD, es un instrumento de medida de banda ancha, que integra la radiación en el rango UVB (280 – 315) nm. En la figura 2 se puede observar el mismo.

El esquema empleado es el mostrado en la figura 3. El primer elemento que atraviesa la radiación solar es el domo, fabricado en cuarzo para permitir el paso de la radiación solar UV que sería absorbida si su material fuera el vidrio.

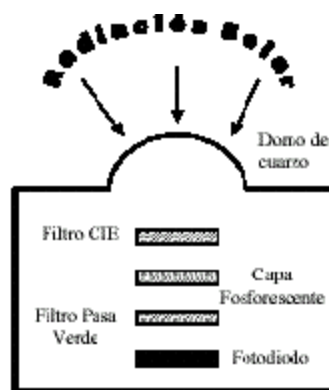


Figura 2: El piranómetro MS-210 W/D de EKO Figura 3: Partes fundamentales del MS-210 W/D de EKO

La radiación solar llega al filtro y tiene una transmitancia dada en el UV. El siguiente elemento que atraviesa la radiación es una capa de una sustancia fosforescente que absorbe el UV emitiéndolo en el visible. El fósforo se excita cuando uno de sus electrones de valencia absorbe un fotón de UV pasando desde el nivel fundamental al primer estado excitado. El electrón sufre una pérdida de energía debido a la interacción con la materia, así al emitirla y volver a su estado fundamental, dicho fotón tendrá una energía inferior a la que excitó al electrón. Por tanto, la radiación emitida tendrá una longitud mayor predominantemente en el verde. Este elemento activo ha de estar estabilizado en temperatura ya que caso contrario se pueden producir variaciones en su rendimiento por una disminución de su eficiencia como un convertidor de radiación UV a luz verde.

La luz ha de atravesar a continuación un filtro pasa-banda (verde). Es una forma de garantizar que si hay alguna luz parásita dentro del sistema, ha no ser que sea verde, no llegará a iluminar el detector ya que será absorbida por dicho filtro. Por último, el detector es un fotodiodo de estado sólido cuya respuesta espectral tiene un máximo en la región del verde. La temperatura de todos estos elementos está estabilizada a un valor fijo de 45°C, de forma que variaciones en la temperatura ambiental no afecten a la medida. Los registros del Piranómetro EKO son valores de voltaje que son multiplicados por constantes, para obtener la irradiación UVB (Manual de instrucciones EKO Instrument Trading).

El UVA Model MS-140 de EKO Instrument Trading Co. LTD, es un instrumento de medida de banda ancha, que integra la radiación en el rango UVA (315- 400) nm. Los detalles de funcionamiento se pueden obtener del Manual de instrucciones EKO Instrument Trading.

Los Tejidos a ensayar

Se han ensayado una serie de tejidos cuya composición y estructura es adecuada para la producción de prendas de verano, y una clasificación los rotula como tejidos de fibra natural, artificial y sintéticos.

De los tejidos de fibra natural, se eligió uno proveniente de vegetales, el algodón. De los tejidos de fibra artificial, materias naturales transformadas por sustancias químicas y que proceden sobre todo de la celulosa o de la pelusa del algodón, se eligió el Modal. El modal es una de las fibras de celulosa regenerada por tratamiento químico. De los tejidos sintéticos, fibras químicas obtenidas de polímeros sintéticos (por polimerización de sustancias derivadas del petróleo), se eligió una variedad, por ejemplo poliéster.

Con estas muestras (Tabla 3), se pretende, en principio, tener un abanico de posibilidades para probar la performance del laboratorio implementado.

Otros ensayos que se podrían realizar a futuro en el laboratorio tienen por objetivo la caracterización físico-química de los materiales, esto se realizará mediante:

- ◆ **Análisis espectroscópicos UV y FTIR** de transmisión para caracterizar la estructura formada. El análisis de las vibraciones características de los enlaces presentes en el material sin exponer y expuesto permitirá estudiar las

modificaciones que se produzcan en estas frecuencias como consecuencia de las interacciones que ocurran con la exposición del material.

- ◆ **Difracción de Rayos-X** para caracterizar la estructura cristalina del material.
- ◆ **Microscopia electrónica de barrido SEM y EDS**: permitirá conocer el estado de la superficie de las muestras a ensayar.

MÉTODO DE CÁLCULO

Porosidad del tejido y Porcentaje de cobertura por Análisis de Imagen: La porosidad o abertura de un tejido es un importante indicador de la habilidad para bloquear la radiación solar de un tejido. El porcentaje de cobertura es una medida útil de la porosidad de un tejido y se define como el porcentaje de área ocupada por los hilos de urdimbre y trama en un área de tejido dada. Para este estudio, el porcentaje de cobertura se ha determinado utilizando un sistema de análisis de imagen que consiste en tres pasos:

1. *Toma de la fotografía:* se obtuvo la imagen microscópica de cada tejido mediante un microscopio óptico Zeiss Axiolab, Objetivo Zeiss CP ACHROMAT 10x/0,25 ; Ocular Zeiss 444132 PL10X/18 y una cámara fotográfica digital Olympus IR300, con zoom óptico de 3x 200m, la lente de la cámara es Olympus. La resolución de las fotos es de 3 Megapíxeles.
2. *Digitalización y procesamiento de la fotografía:* se utilizó un programa de procesamiento digital de imágenes denominado *SCILABPRO* y que corre sobre el programa de cálculo matemático *SCILAB*. Este programa utiliza las rutinas IM2.lib del lenguaje TCL-TK para capturar las imágenes, la que luego es enviada al entorno de *SCILAB* donde se realiza el procesamiento de las mismas.
3. *Obtención de los coeficientes de cobertura:* Se definieron dos coeficientes para estimar el porcentaje de cobertura. El primero de ellos propone calcular la cobertura en base a valores promedios de iluminación de la imagen digitalizada. El coeficiente calculado de esta manera me sirve para comparar con los valores del segundo coeficiente propuesto en referencias (Algaba Joaquin, 2004) y realizar luego los ajustes necesarios para determinar el que se utilizará en este laboratorio.
 - El Coeficiente *coef1* : Considera que cuando no existe tejido la cámara se encuentra a máxima iluminación, o sea el promedio de color de los píxeles es 255 (valor monocromático). Luego se obtiene el promedio del valor monocromático de todos los píxeles de la imagen, suponiendo que el gris es el promedio de los colores rojo, verde y azul. Este número es un indicador de la iluminación de la imagen.

La razón entre este promedio y el máximo posible de iluminación, indica cuál es el porcentaje de luz transmitida a través del tejido o nivel de iluminación. Por lo tanto, la diferencia entre la unidad y el nivel de iluminación proporciona el coeficiente de cobertura.

La siguiente es la rutina de calculo en el entorno *SCILAB*:

Rutina Coef1

$[mr,mg,mb]=prom_im(r,g,b);$ valor promedio de rojo, verde y azul
 $coef1=1-(mr+mb+mg)/3/255;$ coef. de cobertura, como complemento del nivel de iluminación.

- ◆ El Coeficiente *coef2*: Se obtiene una imagen monocromática de la fotografía suponiendo que el gris de cada pixel se obtiene como el promedio del rojo, verde, azul para cada pixel. Luego, se calcula el histograma de distribución de grises de la imagen. Se asume que lo cubierto por la tela, corresponde a un valor de gris menor de 76 (Algaba, 2004). Finalmente se calcula el coeficiente de cobertura como la razón entre el número de píxeles que tienen un valor de gris menor a 76 y el total de píxeles de la imagen.

La siguiente es la rutina de cálculo en el entorno *SCILAB*

Rutina Coef2

$r1=int((r+g+b)/3);$ valor de gris de cada pixel.
 $hr = histograma_im(r1);$ distribución de gris de la imagen
 $coef2=sum(hr(1:75))/sum(hr(1:255)),$ coeficiente de cobertura

Factor de Protección Ultravioleta “in vitro”

Se mide la radiación incidente Ultravioleta en el rango (280-315) nm llamada I_{UVB} y en el rango (315-400) nm llamada I_{UVA} , ambas en la misma posición a 50 cm de la lámpara. Seguidamente se coloca, entre la lámpara y el medidor, la muestra de tela (seca y con tensiones iguales para todas las muestras) y se mide las radiaciones transmitidas T_{UVB} y T_{UVA} . Luego se procede a calcular el factor de protección ultravioleta tanto para radiación UVA como para UVB y UPF Global, mediante las siguientes formulas:

$$UPF_B = I_{UVB} / T_{UVB} , \quad UPF_A = I_{UVA} / T_{UVA} , \quad UPF = (I_{UVA} + I_{UVB}) / (T_{UVA} + T_{UVB}) \quad (3)$$

RESULTADOS

Estimación del porcentaje de cobertura por análisis de imagen: Las figuras 4, 5 y 6; muestran las fotografías correspondientes a tres de los tejidos ensayados (izquierda) mientras que a la derecha de cada una, se representa el histograma de distribución de grises correspondiente a las mismas.

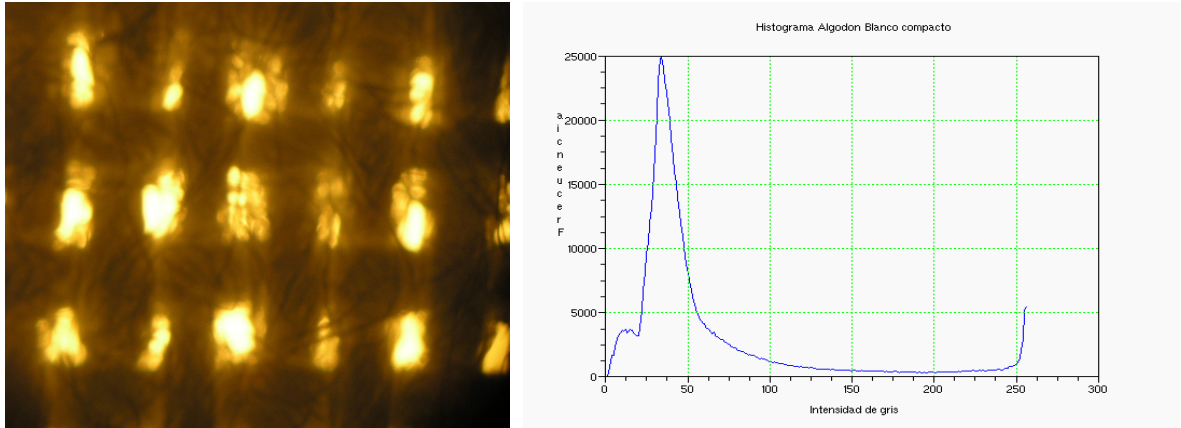


Figura 4: Fotografía e histograma de distribución de grises correspondientes, para la estimación del porcentaje de cobertura del algodón fino mil uso verde

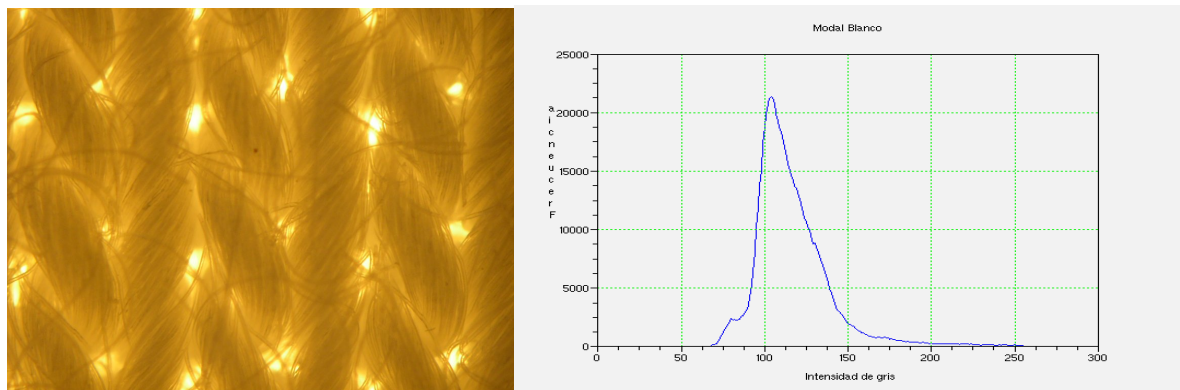


Figura 5: Fotografía e histograma de distribución de grises correspondientes, para la estimación del porcentaje de cobertura del modal blanco

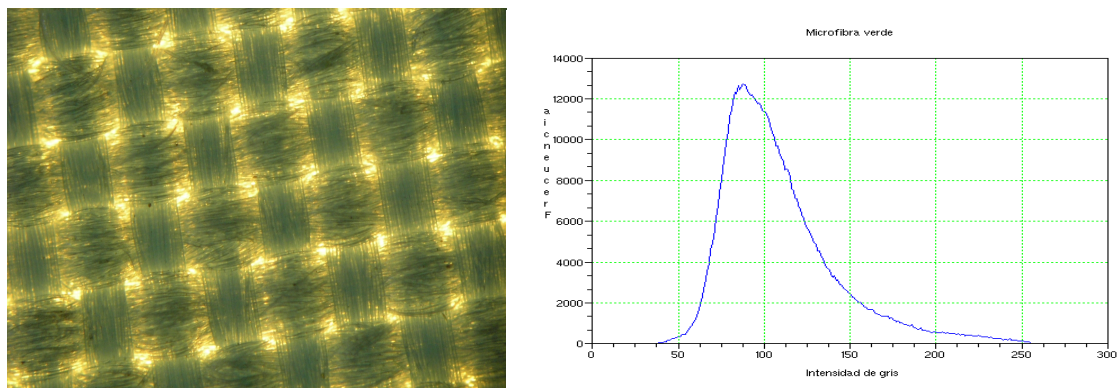


Figura 6: Fotografía e histograma de distribución de grises correspondientes, para la estimación del porcentaje de cobertura de la microfibra verde

Utilizando el método descrito anteriormente, se calcularon los porcentajes de cobertura de diversas muestras de tejido,

algunos de los cuales se muestran en la tabla 2.

| <i>Tejidos</i> | <i>Coef1</i> | <i>Coef2</i> |
|---------------------------------|--------------|--------------|
| Algodón mil uso fino blanco | 0.71 | 0.75 |
| Algodón mil uso compacto blanco | 0.73 | 0.78 |
| Algodón mil uso verde | 0.76 | 0.81 |
| Algodón mil uso compacto azul | 0.78 | 0.81 |
| Modal blanco | 0.55 | 0.005 |
| Modal rosado | 0.59 | 0.009 |
| Microfibra blanca | 0.57 | 0.004 |
| Microfibra verde | 0.58 | 0.097 |

Tabla 2: Porcentajes de cobertura calculados por ambos métodos

Los porcentajes de cobertura calculados para algodón, en sus cuatro muestras, presentan un valor razonable como se observa en la tabla de los valores obtenidos por ambos métodos. Los porcentajes de cobertura calculados para modal en su variedades blanco y rosado por el *Coef1* son mucho mas realistas que los calculados por el *Coef2*. Algo similar ocurre para los tejidos sintéticos de microfibra blanca y verde. Se observa además que para estas muestras los porcentajes de cobertura de algodón son mucho mayores que los de modal y microfibra.

Cálculo del UPF

La Tabla 3 muestra el valor calculado de UPF una variedad de tejidos, tanto naturales, como artificiales y de fibra sintética. Los valores obtenidos se redondean y se eligió un valor medio de varias mediciones para cada muestra textil.

| Tipo Tejido | Color | UPF_A | UPF-B |
|--------------------------|---------|-------|-------|
| Algodón Mil Uso | Blanco | 13 | 13 |
| Algodón Mil Uso | Verde | 15 | 17 |
| Algodón Mil Uso | Azul | 16 | 25 |
| Modal Blanco | Blanco | 12 | 52 |
| Modal Rosado | Rosado | 14 | 83 |
| Tela Camisera | Blanco | 11 | 21 |
| Piquet c/polister | Blanco | 12 | 9 |
| Piquet c/algodón | Celeste | 18 | 30 |
| Polister | Blanco | 1 | 1 |
| Batista | Blanco | 8 | 25 |
| Seda Tornasolada | Lila | 2 | 2 |
| Bambula | Lila | 4 | 8 |
| Tafeta | Blanco | 6 | 17 |
| Broderi | Blanco | 12 | 24 |
| Gaza con estampado | Varios | 2 | 3 |
| Lienzo con algodón crudo | Crudo | 5 | 8 |
| Guel | Blanco | 2 | 3 |
| Deportivo Lycra Negro | Negro | 334 | 77 |

Tabla 3: UPF_A y UPF_B calculados para una serie de tejidos.

Relación entre UPF y Factor de Cobertura

En estos primeros ensayos encontramos que existe una relación entre el UPF y el porcentaje de cobertura aunque esa relación depende de tipo de fibra, en primera instancia. El UPF de los tejidos aumenta cuando se incrementa el porcentaje de cobertura para una determinada fibra, como se observa en las tablas precedentes para el algodón.

Los tejidos de Modal ensayados (rosado y blanco) presentan un UPF mayor que los de algodón y para valores de porcentaje de cobertura menores.

Los tejidos de poliéster liviano analizados (bambula poliéster, guel, seda tornasolada, seda estampada, etc) muestran un UPF muy bajo, lo que no lo hace buen protector contra la UVR.

Los tejidos que proporcionan valores de UPF de 15 o mayores pueden clasificarse como tejidos con “buena protección” contra la radiación UVR. De las experiencias realizadas se puede decir que el modal ofrece mayor protección contra la UVR.

Se verifico también que los tejidos deportivos (Lycra, algodón 92%, algodón 100%) al tener un factor de cobertura muy alto, ofrecen niveles de protección elevados. Pero no son usados para exposiciones largas a la UVR en verano. No obstante para nuestro propósito de validar la performance del laboratorio, se ensayaron.

Relación entre UPF y el color

El color del tejido afecta la transmitancia del tejido en el rango de radiación de interés, por su capacidad de absorción. En general, se observa que a mayor intensidad de color (colores más oscuros), para una determinada fibra, el UPF aumenta. En particular, esto se puede ver de la Tabla 3 para el algodón blanco, verde y azul. Al igual que como caso extremo para la Lycra negra.

CONCLUSIONES

En cuanto al laboratorio de medición:

- Se pudo montar una cámara de UVR que permitirá estudiar el grado de protección contra la UVR de diferentes tipos de tejidos. Especialmente los tejidos de verano.
- Existe una concordancia entre los valores de UPF medidos con los citados en la referencia bibliográfica. En cuanto a los apartamientos, para el algodón y para el modal el UPF está sobreestimados aunque caen en el rango de no muy buena protección para el uno y buena protección para el otro.
- En la cámara de ensayos se podrán controlar diferentes variables ambientales (velocidad de aire, humedad, etc.); y parámetros (distancia de la muestra a la lámpara, uniformidad, intensidad de radiación, etc.) para realizar un estudio más profundo del tema.

En cuanto al método de cálculo del porcentaje de cobertura:

- Se determinó el tamaño necesario de las fotos (de las telas), para una correcta interpretación y aplicación del método.
- Aún no está bien definido el mejor coeficiente para caracterizar la cobertura del tejido.

En cuanto a los tejidos:

- Existe influencia de la porosidad en el Factor de Protección Ultravioleta (UPF) de los tejidos. En general, para cada tipo fibra, los valores de UPF aumentan cuando se incrementa el porcentaje de cobertura.
- El tipo de fibra influye notablemente en el valor del UPF.
- El Modal proporciona mayor protección solar que el algodón.
- Los tejidos livianos de Fibra Sintética han demostrado ser mucho mas permeables a la UVR que los de modal y algodón.

Experiencias a futuro:

- Se estudiará una amplia gama de tejidos para cada tipo de fibra, grado de compactura, color con el fin de caracterizar los parámetros que influyen en la protección UVR por ellos proporcionada.
- De acuerdo a los ensayos intensivos de las muestras, se desarrollará, de ser posible, un modelo predictivo teniendo en cuenta únicamente el porcentaje de cobertura y el tipo de fibra.
- Este laboratorio permitirá extender el estudio de la protección contra la radiación UVR a diferentes protectores (lentes, cremas fotoprotectoras, cubiertas, sombreros, etc).
- Está previsto implementar en el corto plazo, otras técnicas fisico-químicas que complementarán la técnica mencionada

REFERENCIAS

- Algaba I (2004). Tesis doctoral Universidad Politécnica de Cataluña.
- ASTM Standards (2001). Annual Book, pp 1179-1182.
- Correa M P (2003.). Tesis doctoral Universidad de São Paulo, Brasil.
- MacKie, R.M. (2000). Effects of ultraviolet radiation on human health. Radiation Protection Dosimetry 91(1-3), 15-18.
- McKinlay, A.F.; Diffey, B.L. (1987). A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. CIE Journal 6, 17.
- National Cancer Institute. (2003). Cáncer de la piel (no melanoma) [En línea]. Páginaweb, URL <<http://www.cancer.gov/espanol/pdq/tratamiento/piel>>
- Riva, A. (1999). ¿Qué es el UPF de un tejido?. Revista de Química Textil 144: 72-78.
- Rollano, F (2003). Radiación Ultravioleta y la piel. La radiación Ultravioleta en Bolivia, 57-75.
- Sorribas Panero M (2003). Memorias Diplomatura Universidad de Valladolid.
- Standards Australia/Standards New Zealand (1996) , AS/NZS 4399, 4 -13.
- WHO (2002). "Global solar UV index. A practical guide". World Health Organization.

ABSTRACT

A new laboratory is being implementing to measure and compare the Protection Factor of Ultravioleta Radiation (UPF) of different types of weaves (and other materials) that are used as summer clothes. The tried weaves have made from fibers: natural, artificial and synthetic ones. The relationship between the UPF and the porosity of weaves studied; for which a

method by image analysis was developed, determines the UPF of weaves. The results show a correlation between the UPF and the porosity of weaves when each type of fiber is analyzed separately. In addition, a correspondence between the UPF and the color of the weave is shown. The implemented laboratory, showed a good performance and will be useful in the study of the protection that offers different materials against ultra violet radiation (UPF).

Keywords: uv radiation, porosity, weaves, texture, summer clothes